

**Priority number(s):** JP19970142540 19970530; JP19960157308 19960619

[illegible]

2008/07/30

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-69393

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月10日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 9/46	3 5 0		G 0 6 F 9/46	3 5 0
9/455			9/44	3 1 0 A

審査請求 有 請求項の数27 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平9-142540

(22) 出願日 平成9年(1997) 5月30日

(31) 優先権主張番号 特願平8-157308

(32) 優先日 平8(1996) 6月19日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000241979

北海道日本電気ソフトウェア株式会社

北海道札幌市中央区南一条西4丁目5番地  
1号

(72) 発明者 宮下 隆行

北海道札幌市中央区南一条西4丁目5番地  
1号 北海道 日本電気ソフトウェア株式  
会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 仮想計算機エミュレータ、仮想計算機エミュレート方法  
エミュレートプログラムを記録した記録

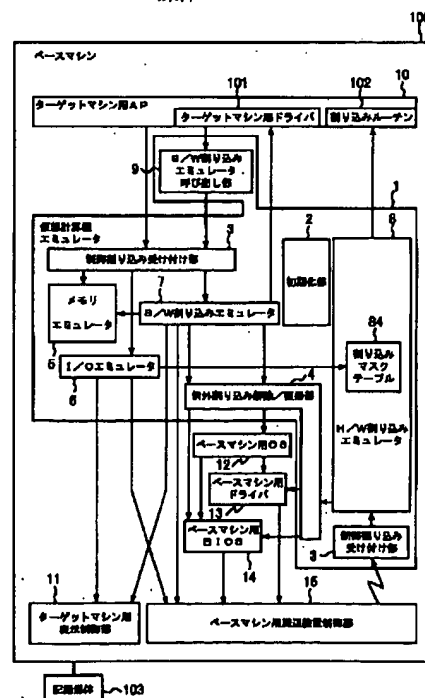
および仮想計算機

媒体

(57) 【要約】

【課題】 ベースマシン用のOSおよびBIOSを用いて、ベースマシン上でターゲットマシンを効率良くエミュレートする。

【解決手段】 ベースマシン上で、異なるアーキテクチャのターゲットマシン上で動作するAPを動作させる仮想計算機エミュレータであって、該APがターゲットマシン用のOSおよびBIOSに対してファンクションコールを発行した場合にはS/W割り込みエミュレータを用いて、または該APがターゲットマシンの周辺制御装置に対するI/O命令を発行した場合にはターゲットマシン用表示制御部またはベースマシン用周辺装置制御部を用いて、または該APがターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルやBIOSのデータ領域に対するメモリアクセス命令を発行した場合にはベースマシンのOSおよびBIOSを用いて該APの動作をエミュレートする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 任意のアーキテクチャに基づいて動作するベースマシンにおいて、前記ベースマシンのオペレーティングシステムおよび基本入出力システムを用いて該ベースマシンとは異なるアーキテクチャに基づいて動作するターゲットマシン用のアプリケーションプログラムを実行させるエミュレート手段を含むことを特徴とする仮想計算機エミュレータ。

【請求項2】 前記ベースマシンが、前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部と、該ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部とを備え、前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外

の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシン用周辺装置制御部に対して行うソフトウェア割り込みエミュレータを含むことを特徴とする請求項1記載の仮想計算機エミュレータ。

【請求項3】 前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するもの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うソフトウェア割り込みエミュレータを含むことを特徴とする請求項1記載の仮想計算機エミュレータ。

【請求項4】 前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを

換するメモリエミュレータを含むことを特徴とする請求項1記載の仮想計算機エミュレータ。

【請求項5】 前記ベースマシンが、前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部と、該ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部とを備え、前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換する入出力エミュレータを含むことを特徴とする請求項1記載の仮想計算機エミュレータ。

【請求項6】 前記ベースマシンが、該ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部を備え、前記エミュレート手段が、前記ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部から割り込みを受けた旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないハードウェア割り込みエミュレータを含むことを特徴とする請求項1記載の仮想計算機エミュレータ。

【請求項7】 前記ベースマシンが、前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部と、該ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部とを備え、前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するもの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外

もの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うソフトウェア割り込みエミュレータと、前記ターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域を有し、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換するメモリエミュレータと、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換する入出力エミュレータと、前記ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部から割り込みを受けた旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないハードウェア割り込みエミュレータとを含むことを特徴とする請求項1記載の仮想計算機エミュレータ。

【請求項8】 前記エミュレート手段が、該エミュレート手段の起動時に、入出力命令の例外、ソフトウェア割り込み命令の例外、割り込みベクトルテーブルの例外、および基本入出力システムのデータ領域の例外を設定する初期化部と、前記ソフトウェア割り込みエミュレータが前記ベースマシンのオペレーティングシステムまたは基本入出力システムを呼び出す際に、該オペレーティングシステムまたは基本入出力システムを呼び出すことによって例外が発

生しないように、また、該オペレーティングシステムから該基本入出力システムを呼び出すことによって例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御で例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの基本入出力システムのデータ領域へのアクセスで例外が発生しないように、前記初期化部が設定した例外を取り消し、該オペレーティングシステムまたは基本入出力システムの処理の終了後に前記初期化部によって再度例外の設定を行う例外割り込み解除復帰部とを含むことを特徴とする請求項7記載の仮想計算機エミュレータ。

【請求項9】 前記アプリケーションプログラムが、前記ターゲットマシンの入出力制御を行うターゲットマシン用ドライバを含み、前記ソフトウェア割り込みエミュレータが、前記アプリケーションプログラムが所望する入出力処理を行うために発行するソフトウェア割り込み命令により起動される該入出力処理に対応する前記ターゲットマシン用ドライバからジャンプ命令によって呼び出され、前記ターゲットマシンの基本入出力システムにより該入出力処理を行った後、該アプリケーションプログラムの該ソフトウェア割り込み命令の次の命令に制御を戻すことを特徴とする請求項8記載の仮想計算機エミュレータ。

【請求項10】 任意のアーキテクチャに基づいて動作するベースマシンにおいて、前記ベースマシンのオペレーティングシステムおよび基本入出力システムを用いて該ベースマシンとは異なるアーキテクチャに基づいて動作するターゲットマシン用のアプリケーションプログラムを実行させることを特徴とする仮想計算機エミュレート方法。

【請求項11】 前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部に対して行うことを特徴とする請求項10記載の仮想計算機エミュレート方法。

【請求項12】 前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステム

ムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うことを特徴とする請求項10記載の仮想計算機エミュレート方法。

【請求項13】 前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換することを特徴とする請求項10記載の仮想計算機エミュレート方法。

【請求項14】 前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換することを特徴とする請求項10記載の仮想計算機エミュレート方法。

【請求項15】 前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部から割り込みを受けた旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないことを特徴とする請求項10記載の仮想計算機エミュレート方法。

【請求項16】 前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンク

ションコールに対応する処理を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部に対して行くとともに、該ファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記

10 ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うソフトウェア割り込みエミュレートステップと、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換するメモリエミュレートステップと、

20 前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換する入出力エミュレートステップと、

30 前記ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部が割り込みを発生した旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないハードウェア割り込みステップとを含むことを特徴とする請求項10記載の仮想計算機エミュレート方法。

【請求項17】 さらに、前記アプリケーションプログラムの起動時に、入出力命令の例外、ソフトウェア割り込み命令の例外、割り込みベクトルテーブルの例外、および基本入出力システムのデータ領域の例外を設定する初期化ステップと、前記ソフトウェア割り込みエミュレートステップにおいて、前記ベースマシンのオペレーティングシステムまた

は基本入出力システムが呼び出される際に例外が発生しないように、また、該オペレーティングシステムから該基本入出力システムを呼び出すことによって例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御で例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの基本入出力システムのデータ領域へのアクセスで例外が発生しないように、前記初期化ステップにおいて設定した例外を取り消し、該オペレーティングシステムまたは基本入出力システムの処理の終了後に再度前記初期化ステップにおいて例外の設定を行う例外割り込み解除復帰ステップとを含むことを特徴とする請求項16記載の仮想計算機エミュレート方法。

【請求項18】 前記ソフトウェア割り込みエミュレートステップが、

前記アプリケーションプログラムが所望する入出力処理を行うために発行するソフトウェア割り込み命令により起動される該入出力処理に対応する前記ターゲットマシン用ドライバからジャンプ命令によって呼び出され、前記ターゲットマシンの基本入出力システムにより該入出力処理を行った後、該アプリケーションプログラムの該ソフトウェア割り込み命令の次の命令に制御を戻すことを特徴とする請求項17記載の仮想計算機エミュレート方法。

【請求項19】 任意のアーキテクチャに基づいて動作するベースマシンにおいて、該ベースマシンのオペレーティングシステムおよび基本入出力システムを用いて該ベースマシンとは異なるアーキテクチャに基づいて動作するターゲットマシン用のアプリケーションプログラムを実行させることを該ベースマシン上の仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項20】 前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部に対して行うことを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする請求項19記載の記録媒体。

【請求項21】 前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに

対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うことを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする請求項19記載の記録媒体。

【請求項22】 前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換することを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする請求項19記載の記録媒体。

【請求項23】 前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換することを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする請求項19記載の記録媒体。

【請求項24】 前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部から割り込みを受けた旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないことを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする請求項19記載の記録媒体。

【請求項25】 前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システム

に対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部に対して行うとともに、該ファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うソフトウェア割り込みエミュレート処理と、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換するメモリエミュレート処理と、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換する入出力エミュレート処理と、前記ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部が割り込みを発生した旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないハードウェア割り込み処理とを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする請求項 19 記載の記録媒体。

【請求項 26】 さらに、前記アプリケーションプログ

ラムの起動時に、入出力命令の例外、ソフトウェア割り込み命令の例外、割り込みベクトルテーブルの例外、および基本入出力システムのデータ領域の例外を設定する初期化処理と、

前記ソフトウェア割り込みエミュレート処理において、前記ベースマシンのオペレーティングシステムまたは基本入出力システムが呼び出される際に例外が発生しないように、また、該オペレーティングシステムから該基本入出力システムを呼び出すことによって例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御で例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの基本入出力システムのデータ領域へのアクセスで例外が発生しないように、前記初期化処理において設定した例外を取り消し、該オペレーティングシステムまたは基本入出力システムの処理の終了後に再度前記初期化処理において例外の設定を行う例外割り込み解除復帰処理とを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする請求項 25 記載の記録媒体。

【請求項 27】 前記ソフトウェア割り込みエミュレート処理が、

前記アプリケーションプログラムが所望する入出力処理を行うために発行するソフトウェア割り込み命令により起動される該入出力処理に対応する前記ターゲットマシン用ドライバからジャンプ命令によって呼び出され、前記ターゲットマシンの基本入出力システムにより該入出力処理を行った後、該アプリケーションプログラムの該ソフトウェア割り込み命令の次の命令に制御を戻すことを特徴とする請求項 26 記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パーソナルコンピュータやワークステーション等の計算機と、該計算機上で実現される、異なるアーキテクチャを有する仮想計算機との間において、アプリケーションプログラム（以下、APとする）の実行に係る互換性を保証する仮想計算機エミュレータ、仮想計算機エミュレート方法および仮想計算機エミュレートプログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】パーソナルコンピュータ等の計算機を構成するオペレーティングシステム（以下、OSとする）、基本入出力システム（以下、BIOSとする）、メモリマップ、入出力（以下、I/Oとする）マップやLSI等には、それぞれに様々なアーキテクチャが存在している。このように、計算機間でアーキテクチャが異なると、あるアーキテクチャに基づく計算機上で開発されたAPを、他のアーキテクチャに基づく計算機上で実行することができないという問題が発生する。

【0003】従来の技術においては、このような問題を解決するために、あるアーキテクチャの計算機（以下、ベースマシンとする）上で他のアーキテクチャの計算機（以下、ターゲットマシンとする）のエミュレーションを行い、該ターゲットマシン上で開発されたAPをベースマシン上でそのまま実行することができるようにしている。

【0004】この従来のエミュレーション方式には、APの構成に応じて、以下の3つのレベルの方式が存在している。

- (1) OSとBIOSを呼び出す命令を含むAP（以下、レベル1とする）のエミュレーション
- (2) さらにI/O命令を含むAP（以下、レベル2とする）のエミュレーション
- (3) さらに割り込み処理プログラムのアドレスを格納する割り込みベクトルテーブルを直接アクセスするための命令とBIOSのデータ領域を直接アクセスするための命令とを含むAP（以下、レベル3とする）のエミュレーション

特開平5-46406号公報には、ベースマシンのメモリマップ、I/Oマップ、I/Oポート番号、DOSおよびBIOSをターゲットマシンと互換にして、ベースマシン上でレベル3のターゲットマシン用APを正しく実行する技術が開示されている。

【0005】より具体的には、ベースマシン上にハードウェアで実現したメモリ管理機構を備えて、ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルやBIOSのデータ領域を管理するターゲットマシン用のメモリマップへのアクセスを可能にし、また、ベースマシン上にターゲットマシン用の表示制御部やI/Oエミュレータを備えて、ターゲットマシンのI/OマップとI/Oポート番号へのアクセスを可能にし、さらに、ベースマシン上にターゲットマシン用のDOSを備えて、ターゲットマシンのDOSを使用できるようにし、さらにまた、ベースマシン上にターゲットマシン用のBIOSエミュレータを備えて、ターゲットマシンのBIOSを使用できるようにしている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】特開平5-46406号公報記載の技術においては、ベースマシン上でターゲットマシン用のOSをそのまま動作させているため、該ターゲットマシン用のOSが実行するBIOSを呼び出す命令やI/O命令をBIOSエミュレータやI/Oエミュレータが処理しなければならず、その分、各エミュレータの実行性能が劣化するという問題があった。

【0007】また、該技術においては、ベースマシン上でターゲットマシン用のAPが動作する場合には、さらに各エミュレータ、ターゲットマシン用のOSおよびターゲットマシン用のドライバのみが動作する事ができ、ベースマシン用のOS、ベースマシン用のドライバおよ

びベースマシン用のBIOSはベースマシン上で動作することができない。そのため、ベースマシン用のドライバで制御されるベースマシン用の拡張周辺機器を、ターゲットマシン用のAPが使用することができないという問題があった。

【0008】さらに、該技術においては、I/Oハードウェアから発生する割り込みに関して考慮していないため、該I/Oハードウェアから発生する割り込みを処理する命令を含むターゲットマシン用のAP（以下、レベル4とする）を実行することができないという問題があった。

【0009】本発明の目的は、ベースマシン用のOS、ベースマシン用のBIOSおよびベースマシン用のドライバを用いて、ベースマシン上でターゲットマシンを効率良くエミュレートすることができるようにすることにある。

【0010】本発明の他の目的は、ベースマシン上でベースマシン用の拡張周辺機器を使用するターゲットマシン用のAPを実行することができるようにすることにある。

【0011】本発明の他の目的は、ベースマシン上でレベル4のターゲットマシン用のAPを実行することができるようにすることにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の仮想計算機エミュレータは、任意のアーキテクチャに基づいて動作するベースマシンにおいて、前記ベースマシンのオペレーティングシステムおよび基本入出力システムを用いて該ベースマシンとは異なるアーキテクチャに基づいて動作するターゲットマシン用のアプリケーションプログラムを実行させるエミュレート手段を含むことを特徴とする。

【0013】本発明の第2の仮想計算機エミュレータは、第1の仮想計算機エミュレータにおいて、前記ベースマシンが、前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部と、該ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部とを備え、前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシン用周辺装置制御部に対して行うソフトウェア割り込みエミュレータを含むことを特徴とする。

【0014】本発明の第3の仮想計算機エミュレータ



は、第1の仮想計算機エミュレータにおいて、前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うソフトウェア割り込みエミュレータを含むことを特徴とする。

【0015】本発明の第4の仮想計算機エミュレータは、第1の仮想計算機エミュレータにおいて、前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換するメモリエミュレータを含むことを特徴とする。

【0016】本発明の第5の仮想計算機エミュレータは、第1の仮想計算機エミュレータにおいて、前記ベースマシンが、前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部と、該ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部とを備え、前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換する入出力エミュレータを含むことを特徴とする。

【0017】本発明の第6の仮想計算機エミュレータは、第1の仮想計算機エミュレータにおいて、前記ベースマシンが、該ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部を備え、前記エミュレート手段が、前記ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに

前記ベースマシン用周辺装置制御部から割り込みを受けた旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないハードウェア割り込みエミュレータを含むことを特徴とする。

【0018】本発明の第7の仮想計算機エミュレータは、第1の仮想計算機エミュレータにおいて、前記ベースマシンが、前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部と、該ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部とを備え、前記エミュレート手段が、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシン用周辺装置制御部に対して行うとともに、該ファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するもの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うソフトウェア割り込みエミュレータと、前記ターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域を有し、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換するメモリエミュレータと、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換する入出力エミュレータと、前記ベースマシン用周辺装置制御

部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部から割り込みを受けた旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないハードウェア割り込みエミュレータとを含むことを特徴とする。

【0019】本発明の第8の仮想計算機エミュレータは、第7の仮想計算機エミュレータにおいて、前記エミュレート手段が、該エミュレート手段の起動時に、入出力命令の例外、ソフトウェア割り込み命令の例外、割り込みベクトルテーブルの例外、および基本入出力システムのデータ領域の例外を設定する初期化部と、前記ソフトウェア割り込みエミュレータが前記ベースマシンのオペレーティングシステムまたは基本入出力システムを呼び出す際に、該オペレーティングシステムまたは基本入出力システムを呼び出すことによって例外が発生しないように、また、該オペレーティングシステムから該基本入出力システムを呼び出すことによって例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御で例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの基本入出力システムのデータ領域へのアクセスで例外が発生しないように、前記初期化部が設定した例外を取り消し、該オペレーティングシステムまたは基本入出力システムの処理の終了後に前記初期化部によって再度例外の設定を行う例外割り込み解除復帰部とを含むことを特徴とする。

【0020】本発明の第9の仮想計算機エミュレータは、第8の仮想計算機エミュレータにおいて、前記アプリケーションプログラムが、前記ターゲットマシンの入出力制御を行うターゲットマシン用ドライバを含み、前記ソフトウェア割り込みエミュレータが、前記アプリケーションプログラムが所望する入出力処理を行うために発行するソフトウェア割り込み命令により起動される該入出力処理に対応する前記ターゲットマシン用ドライバからジャンプ命令によって呼び出され、前記ターゲットマシンの基本入出力システムにより該入出力処理を行った後、該アプリケーションプログラムの該ソフトウェア割り込み命令の次の命令に制御を戻すことを特徴とする。

【0021】本発明の第1の仮想計算機エミュレート方法は、任意のアーキテクチャに基づいて動作するベースマシンにおいて、前記ベースマシンのオペレーティングシステムおよび基本入出力システムを用いて該ベースマシンとは異なるアーキテクチャに基づいて動作するター

ゲットマシン用のアプリケーションプログラムを実行させることを特徴とする。

【0022】本発明の第2の仮想計算機エミュレート方法は、第1の仮想計算機エミュレート方法において、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部に対して行うことを特徴とする。

【0023】本発明の第3の仮想計算機エミュレート方法は、第1の仮想計算機エミュレート方法において、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うことを特徴とする。

【0024】本発明の第4の仮想計算機エミュレート方法は、第1の仮想計算機エミュレート方法において、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換することを特徴とする。

【0025】本発明の第5の仮想計算機エミュレート方法は、第1の仮想計算機エミュレート方法において、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン

の表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換することを特徴とする。

【0026】本発明の第6の仮想計算機エミュレート方法は、第1の仮想計算機エミュレート方法において、前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部から割り込みを受けた旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないことを特徴とする。

【0027】本発明の第7の仮想計算機エミュレート方法は、第1の仮想計算機エミュレート方法において、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部に対して行うとともに、該ファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うソフトウェア割り込みエミュレートステップと、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換するメモリエミュレ

ートステップと、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換する入出力エミュレートステップと、前記ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部が割り込みを発生した旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないハードウェア割り込みステップとを含むことを特徴とする。

【0028】本発明の第8の仮想計算機エミュレート方法は、第7の仮想計算機エミュレート方法において、さらに、前記アプリケーションプログラムの起動時に、入出力命令の例外、ソフトウェア割り込み命令の例外、割り込みベクトルテーブルの例外、および基本入出力システムのデータ領域の例外を設定する初期化ステップと、前記ソフトウェア割り込みエミュレートステップにおいて、前記ベースマシンのオペレーティングシステムまたは基本入出力システムが呼び出される際に例外が発生しないように、また、該オペレーティングシステムから該基本入出力システムを呼び出すことによって例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御で例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの基本入出力システムのデータ領域へのアクセスで例外が発生しないように、前記初期化ステップにおいて設定した例外を取り消し、該オペレーティングシステムまたは基本入出力システムの処理の終了後に再度前記初期化ステップにおいて例外の設定を行う例外割り込み解除復帰ステップとを含むことを特徴とする。

【0029】本発明の第9の仮想計算機エミュレート方法は、第8の仮想計算機エミュレート方法において、前記ソフトウェア割り込みエミュレートステップが、前記アプリケーションプログラムが所望する入出力処理を行うために発行するソフトウェア割り込み命令により起動される該入出力処理に対応する前記ターゲットマシン用ドライバからジャンプ命令によって呼び出され、前記ターゲットマシンの基本入出力システムにより該入出力処理を行った後、該アプリケーションプログラムの該ソフトウェア割り込み命令の次の命令に制御を戻すことを特徴とする。

【0030】本発明の第1の記録媒体は、任意のアーキテクチャに基づいて動作するベースマシンにおいて、該ベースマシンのオペレーティングシステムおよび基本入出力システムを用いて該ベースマシンとは異なるアーキテクチャに基づいて動作するターゲットマシン用のアプリケーションプログラムを実行させることを該ベースマシン上の仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0031】本発明の第2の記録媒体は、第1の記録媒体において、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部に対して行うことを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0032】本発明の第3の記録媒体は、第1の記録媒体において、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うことを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0033】本発明の第4の記録媒体は、第1の記録媒体において、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換することを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0034】本発明の第5の記録媒体は、第1の記録媒体において、前記アプリケーションプログラムが前記タ

ーゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換することを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0035】本発明の第6の記録媒体は、第1の記録媒体において、前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部から割り込みを受けた旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないことを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0036】本発明の第7の記録媒体は、第1の記録媒体において、前記アプリケーションプログラムがソフトウェア割り込み命令を用いて発行するファンクションコールが前記ターゲットマシンの基本入出力システムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が表示に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ターゲットマシンの表示に係る入出力制御を行うターゲットマシン用表示制御部に対して行い、また、該ファンクションコールに対応する処理が表示以外の入出力に係るものであれば、該ファンクションコールに対応する処理を前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御を行うベースマシン用周辺装置制御部に対して行うとともに、該ファンクションコールが前記ターゲットマシンのオペレーティングシステムに対するものの場合、該ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものであれば、該ベースマシンのオペレーティングシステムと基本入出力システムとを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行い、また、前記ファンクションコールに対応する処理が該ターゲットマシンのオペレーティングシステムと前記ベースマシンのオペレーティングシステムとの差の部分に対するものでない場合には、該ベースマシンのオペレーティングシステムを用いて該ファンクションコールに対応する処理を行うソフトウェア割り込みエミュレート処理と、前記アプリ

ケーションプログラムが前記ターゲットマシンの割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域に対してメモリアクセス命令を発行した場合、別に用意したターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルや基本入出力システムのデータ領域へアクセスするように該メモリアクセス命令が指すアドレスを変換するメモリエミュレート処理と、前記アプリケーションプログラムが前記ターゲットマシンへの入出力命令を発行した場合、該入出力命令が表示に係るものであれば該入出力命令を前記ターゲットマシン用表示制御部への入出力命令に変換し、該入出力命令が表示以外に係るものであれば該入出力命令を前記ベースマシン用周辺装置制御部への入出力命令に変換する入出力エミュレート処理と、前記ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを受けた場合、該割り込みの番号を前記ターゲットマシンにおける割り込みの番号に変換し、変換した割り込みの番号がアプリケーションプログラムからマスクされている番号でない場合には、該変換した割り込みの番号に対応するアプリケーションプログラムに前記ベースマシン用周辺装置制御部が割り込みを発生した旨を通知し、また、該変換した割り込み番号がアプリケーションプログラムからマスクされている場合にはアプリケーションプログラムに該ベースマシン用周辺装置制御部からの割り込みを通知しないハードウェア割り込み処理とを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0037】本発明の第8の記録媒体は、第7の記録媒体において、さらに、前記アプリケーションプログラムの起動時に、入出力命令の例外、ソフトウェア割り込み命令の例外、割り込みベクトルテーブルの例外、および基本入出力システムのデータ領域の例外を設定する初期化処理と、前記ソフトウェア割り込みエミュレート処理において、前記ベースマシンのオペレーティングシステムまたは基本入出力システムが呼び出される際に例外が発生しないように、また、該オペレーティングシステムから該基本入出力システムを呼び出すことによって例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの表示以外に係る入出力制御で例外が発生しないように、また、該基本入出力システムから前記ベースマシンの基本入出力システムのデータ領域へのアクセスで例外が発生しないように、前記初期化処理において設定した例外を取り消し、該オペレーティングシステムまたは基本入出力システムの処理の終了後に再度前記初期化処理において例外の設定を行う例外割り込み解除復帰処理とを前記仮想計算機エミュレータに行わせるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0038】本発明の第9の記録媒体は、第8の記録媒体において、前記ソフトウェア割り込みエミュレート処理が、前記アプリケーションプログラムが所望する入出力処理を行うために発行するソフトウェア割り込み命令

により起動される該入出力処理に対応する前記ターゲットマシン用ドライバからジャンプ命令によって呼び出され、前記ターゲットマシンの基本入出力システムにより該入出力処理を行った後、該アプリケーションプログラムの該ソフトウェア割り込み命令の次の命令に制御を戻すことを特徴とする。

【0039】

【発明の実施の形態】次に本発明の第1の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

10 【0040】図1を参照すると、本発明の第1の実施の形態は、プログラム制御により動作するベースマシン100が、仮想計算機エミュレータ1、ターゲットマシン用AP10、ターゲットマシンの表示に係るI/O制御を行うハードウェアのみを取り出したターゲットマシン用表示制御部11、ベースマシン用OS12、ベースマシンの拡張周辺機器を制御するベースマシン用ドライバ13、ベースマシン用BIOS14、およびベースマシンの表示以外のI/O制御を行うハードウェアであるベースマシン用周辺装置制御部15を含む。

20 【0041】ターゲットマシン用AP10は、ターゲットマシン用ドライバ101と割り込みルーチン102とを含む。

【0042】仮想計算機エミュレータ1は、初期化部2、制御割り込み受け付け部3、例外割り込み解除/復帰部4、メモリエミュレータ5、I/Oエミュレータ6、S/W割り込みエミュレータ7、H/W割り込みエミュレータ8、およびS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9を含む。

30 【0043】H/W割り込みエミュレータ8は、割り込みマスクテーブル84を含む。

【0044】初期化部2は、仮想計算機エミュレータ1を起動する際に、I/O命令の例外の設定、S/W割り込み命令の例外の設定、割り込みベクトルテーブルの例外の設定、BIOSデータ領域の例外の設定、制御割り込み受け付け部3の設定、およびターゲットマシン用表示制御部11の初期化を行う。

40 【0045】制御割り込み受け付け部3は、ターゲットマシン用AP10やS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9がS/W割り込み命令を用いたファンクションコールやI/O命令を発行した場合、およびメモリ上の割り込みベクトルテーブルやBIOSデータ領域に対するメモリアクセス命令を実行した場合に発生する例外割り込みを受け付け、該例外割り込みの内容に対応するエミュレート処理（S/W割り込みエミュレータ7、I/Oエミュレータ6、またはメモリエミュレータ5）を呼び出す。また、ベースマシン用周辺装置制御部15から割り込みが発生した場合には、その割り込みを受け付け、H/W割り込みエミュレータ8を起動する。

50 【0046】例外割り込み解除/復帰部4は、S/W割り込みエミュレータ7またはH/W割り込みエミュレー

タ8から、ベースマシン用OS12、ベースマシン用ドライバ13、およびベースマシン用BIOS14のいずれかに制御を渡す際に、これらのいずれかにおけるS/W割り込み命令を用いたファンクションコールやI/O命令やメモリアクセス命令の発行により例外割り込みが発生して、仮想計算機エミュレータ1に制御が移行してしまわないように、これらに制御を渡す前に初期化部2が設定したI/O命令の例外、S/W割り込み命令の例外、割り込みベクトルテーブルの例外、およびBIOSデータ領域の例外を取り消し、これらの処理が終了した後に再度設定する。

【0047】メモリエミュレータ5は、ターゲットマシン用AP10から割り込みベクトルテーブルやBIOSデータ領域に対してメモリアクセス命令が発行された場合、ベースマシン用の割り込みベクトルテーブルやBIOSデータ領域へアクセスするのではなく、メモリエミュレータ5内のターゲットマシン用の割り込みベクトルテーブルやターゲットマシン用BIOSデータ領域へアクセスするようにメモリアクセス命令が指すアドレスを変換する。また、ターゲットマシン用BIOSデータ領域は、S/W割り込みエミュレータ7内でターゲットマシンのBIOSをエミュレートした結果を格納する。

【0048】I/Oエミュレータ6は、ターゲットマシン用AP10が発行したI/O命令を解析し、該I/O命令がターゲットマシンの表示に係るI/O制御を行うハードウェアに対するものであれば、該I/O命令をターゲットマシン用表示制御部11へのI/O命令に変換し、それ以外の周辺装置に対するI/O命令であれば、該I/O命令をベースマシン用周辺装置制御部15へのI/O命令に変換する。また、割り込みコントローラの割り込みマスク情報を変更するI/O命令の場合は、ベースマシン用周辺装置制御部15を操作せずに、H/W割り込みエミュレータ8内の割り込みマスクテーブル84を該I/O命令で更新する。

【0049】S/W割り込みエミュレータ7は、ターゲットマシン用AP10が発行するファンクションコールに指定された機能番号がターゲットマシンのBIOSに対するものであればターゲットマシンのBIOSのエミュレートを行い、ターゲットマシンのOSに対するものであれば、該ファンクションコールがターゲットマシン用OSとベースマシン用OS12との差の部分に対するものか否かを判定する。差の部分に対するもの場合には、ベースマシン用OS12やベースマシン用BIOS14を用いてエミュレートを行い、差の部分に対するものでない場合には、ベースマシン用OS12に制御を渡す。

【0050】この時、ベースマシン用OS12およびベースマシン用BIOS14に制御を渡す場合には、例外割り込み解除/復帰部4を介して制御を移行する。また、ターゲットマシン用ドライバ101が割り込みベ

トルテーブルに登録されていて、このターゲットマシン用ドライバ101に対するファンクションが発行された場合には、ターゲットマシン用ドライバ101に制御を渡す。また、ターゲットマシン用ドライバ101からターゲットマシン用BIOSに制御を移行する場合には、S/W割り込みエミュレータ呼び出し部9を経てS/W割り込みエミュレータ7に制御を移行し、BIOSのエミュレートを行う。

【0051】H/W割り込みエミュレータ8は、ベースマシン用周辺装置制御部15から発生する割り込みを受け、ベースマシン用ドライバ13またはベースマシン用BIOS14に例外割り込み解除/復帰部4を介して通知した後、割り込み番号をターゲットマシンの割り込み番号に変換して、メモリエミュレータ5内のターゲットマシン用割り込みベクトルテーブルの該当割り込み番号に登録されているターゲットマシン用AP10の割り込みルーチン102に通知する。ここで、割り込みルーチン102に通知する際に割り込みマスクテーブル84を参照し、マスクされている割り込み番号の割り込みは割り込みルーチン102に通知せずに終了し、マスクされていない割り込み番号の割り込みのみを通知する。

【0052】S/W割り込みエミュレータ呼び出し部9は、ターゲットマシン用AP10の置かれる1MB以下のメモリ領域に位置し、ターゲットマシン用ドライバ101からターゲットマシン用BIOSを呼び出す際に、1MBより上のメモリ領域に置かれる仮想計算機エミュレータ1内のS/W割り込みエミュレータ7をS/W割り込み命令を用いて呼び出す。

【0053】次に、本発明の第1の実施の形態の動作について、図1～図13を参照して詳細に説明する。

【0054】まず、仮想計算機エミュレータ1は、CPUの保護機能による例外割り込みを用いてターゲットマシン用AP10の発行するI/O命令、メモリアクセス命令、S/W割り込み命令やベースマシン用周辺装置制御部15から発生する割り込みを検出し、これらを仮想計算機エミュレータ1内でエミュレートする。具体的には以下の4項目についてエミュレートする。

(1) I/O命令

ターゲットマシン用表示制御部11やベースマシン用周辺装置制御部15に変換して実行する。

(2) S/W割り込み命令

ベースマシン用OS12やベースマシン用BIOS14に変換して実行する。

【0055】(3) 割り込みベクトルテーブルやBIOSデータ領域へのメモリアクセス命令  
仮想計算機エミュレータ1内のデータ領域に変換して実行する。

(4) ベースマシン用周辺装置制御部15から発生する割り込み

ターゲットマシンの割り込み番号に変換してターゲット

マシン用AP10に通知する。

【0056】図2は初期化部2の動作を表した流れ図である。初期化部2は仮想計算機エミュレータ1の起動時に、I/O命令の例外設定(ステップ21)、S/W割り込み命令の例外設定(ステップ22)、割り込みベクトルテーブルの例外設定(ステップ23)、BIOSデータ領域の例外設定(ステップ24)を行う。また、例外割り込み及びベースマシン用周辺装置制御部15からの割り込みの受け付け部である制御割り込み受け付け部3を設定して(ステップ25)、各命令の検出を可能にし、またターゲットマシン用表示制御部11の初期化を行う(ステップ26)。

【0057】図3は初期化部2が完了し、ターゲットマシン用AP10をメモリ上に読み込んだ状態でのメモリマップである。すなわち、物理メモリマップ18は、ベースマシン用割込ベクトルテーブル16、ベースマシン用BIOSデータ領域17、ベースマシン用OS12、ベースマシン用ドライバ13、仮想計算機エミュレータ1の一部であるS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9、ターゲットマシン用ドライバ101、ターゲットマシン用AP10、ターゲットマシン用表示制御部11に搭載されているターゲットマシン用VRAM18、ベースマシン用BIOS14、および仮想計算機エミュレータ1を含む。仮想計算機エミュレータ1は、ターゲットマシン用割込ベクトルテーブル52、ターゲットマシン用BIOSデータ領域53、制御割り込み受け付け部3、S/W割り込みエミュレータ7、I/Oエミュレータ6、メモリエミュレータ5、H/W割り込みエミュレータ8、例外割り込み解除/復帰部4、および初期化部2を含む。

【0058】また、図3のメモリマップに示すように仮想計算機エミュレータ1は1MB以上のメモリ領域に置かれ、APが動作する1MB以下のメモリ領域にはS/Wエミュレータ呼び出し部9とターゲットマシン用VRAM18以外はベースマシンの環境のままであり、ベースマシン用OS12やベースマシン用BIOS14が動作する状態を維持したまま、ターゲットマシン用AP10の実行するOSやBIOSのファンクションコール、I/O命令、メモリアクセス命令を仮想計算機エミュレータ1上でエミュレートする。

【0059】図4は制御割り込み受け付け部3の動作を表した流れ図である。まず、ターゲットマシン用AP10において、BIOSやOSに対するファンクションコールのためのS/W割り込み命令、I/O命令、割り込みベクトルテーブル、またはBIOSデータ領域に対するメモリアクセス命令が発行され、例外割り込み、S/W割り込みエミュレータ呼び出し部9からのS/W割り込み命令により発生する例外割り込み、およびベースマシン用周辺装置制御部15からの割り込みが発生した場合に、制御割り込み受け付け部3が起動される。

【0060】制御割り込み受け付け部3においては、起動要因がベースマシン用周辺装置制御部15からのH/W割り込みによるものか否かを判定し(ステップ31)、H/W割り込みによるものならば、H/W割り込みエミュレータ8を起動する。一方、H/W割り込みによるものでなければ、例外割り込みが発生したものと判定して例外割り込みが発生した命令コードからその命令が何の命令であるかを命令解析処理32で解析し、さらにその命令がS/W割り込み命令か否かを判定する(ステップ33)。この判定の結果、S/W割り込み命令ならばS/W割り込みエミュレータ7を起動し、S/W割り込み命令でなければ、さらにその命令がメモリアクセス命令か否かを判定し(ステップ34)、メモリアクセス命令ならばメモリエミュレータ5を起動し、メモリアクセス命令でなければI/O命令であると判断してI/Oエミュレータ6を起動する。

【0061】図5は例外割り込み解除/復帰部4の動作を表した流れ図である。S/W割り込みエミュレータ7およびH/W割り込みエミュレータ8では、エミュレート処理においてベースマシン用OS12、ベースマシン用ドライバ13、またはベースマシン用BIOS14を呼び出す場合がある。この時、ベースマシン用OS12、ベースマシン用ドライバ13、またはベースマシン用BIOS14の処理において使用するBIOSファンクションコールによるS/W割り込み命令、I/O命令、またはメモリアクセス命令で例外割り込みが発生して仮想計算機エミュレータ1に制御が移行すると、エミュレータによるオーバーヘッドが大きくなってしまう。そこで、各エミュレータ7、8からベースマシン用OS12、ベースマシン用ドライバ13、またはベースマシン用BIOS14を呼び出す前に、例外割り込み解除部41で初期化部2が設定した例外(図2の21、22、23、24)を取り消し、ベースマシン用OS12、ベースマシン用ドライバ13、またはベースマシン用BIOS14の処理が終了して仮想計算機エミュレータ1に制御が戻ってきたときに、例外割り込み復帰部42で例外を再度設定する。

【0062】図6(A)はメモリエミュレータ5の動作を表した流れ図である。ターゲットマシン用AP10がメモリ上の割り込みベクトルテーブルまたはBIOSデータ領域に対するメモリアクセス命令を実行しようとする、例外割り込みが発生して制御割り込み受け付け部3が起動され、メモリアクセス命令に対する例外割り込みと判定されてメモリエミュレータ5が起動される。ここで、例外となったメモリアクセス命令のアクセス先のメモリアドレスを、アドレス変換51でターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52またはターゲットマシン用BIOSデータ領域53内のアドレスに変換して該メモリアクセス命令を実行する。

【0063】図6(B)はメモリエミュレータ5内のタ

ターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52の初期設定状態を表した図である。ここで、ターゲットマシン用BIOSの割り込み番号及びターゲットマシン用OSの割り込み番号にはS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9のアドレスが初期値として登録されており、それ以上の空き割り込み番号には割り込み終了処理のアドレスが登録されている。この割り込み終了処理は、S/W割り込み命令で呼び出された処理から、呼び出し元であるターゲットマシン用API0に戻るための命令が格納されているプログラムである。図7はI/Oエミュレータ6の動作を表した流れ図である。ターゲットマシン用API0がI/O装置に対して、I/O命令を実行しようとする、例外割り込みが発生して制御割り込み受け付け部3が起動され、I/O命令に対する例外割り込みと判定されてI/Oエミュレータ6が起動される。I/Oエミュレータ6では、例外となったI/O命令のI/Oポート番号に基づいて該I/O命令が割り込みマスク制御に係るI/O命令か否かを判定し(ステップ61)、割り込みマスク制御に係るI/O命令であると判定した場合はH/W割り込みエミュレート8内の割り込みマスクテーブル84を該I/O命令で更新する。また、割り込みマスク制御に係るI/O命令でないと判定した場合は表示制御部に対するI/O命令か否かを判定し(ステップ62)、表示制御部に対するI/O命令であると判定した場合には該I/O命令をターゲットマシン用表示制御部11に対するI/O命令に変換して実行し(ステップ63)、表示制御部に対するI/O命令でないと判定した場合にはベースマシン用周辺装置制御部15に対するI/O命令に変換して実行する(ステップ64)。

【0064】図8はS/W割り込みエミュレータ7の動作を表した流れ図である。ターゲットマシン用API0がS/W割り込み命令を実行するのは、ターゲットマシン用のOSまたはBIOSに対してファンクションコールを発行する場合(ケースA)とターゲットマシン用ドライバ101に対するファンクションコールを発行する場合(ケースB)との二種類がある。

【0065】まず、ケースAについて説明する。ターゲットマシン用API0がOSまたはBIOSに対するファンクションコールとしてS/W割り込み命令を実行しようとする、例外割り込みが発生して制御割り込み受け付け部3が起動され、S/W割り込み命令に対する例外割り込みと判定されてS/W割り込みエミュレータ7が起動される。S/W割り込みエミュレータ7では、該S/W割り込み命令がS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9からのものか否かを判定し(ステップ71)、ケースAでは例外となったS/W割り込み命令の割り込み番号がS/W割り込みエミュレート呼び出し部9が実行するS/W割り込み番号と一致しないため、該S/W割り込み命令がS/W割り込みエミュレート呼び出し部

9からのものでないと判定される。さらにメモリエミュレータ5内のターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52に登録されている処理がS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9か否かを判定する(ステップ72)。ケースAでは、S/W割り込み命令はOSまたはBIOSに対するファンクションコールとして実行されたものであり、ターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52内の対応するエントリにはS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9のアドレスが登録(図6(B))されているので、該S/W割り込みエミュレータ呼び出し部9の割り込み番号に対応するエミュレート処理を呼び出す(ステップ73)。

【0066】ここで、対象となるエミュレート処理がBIOS内の表示処理に係るファンクションコールであれば、ターゲットマシン用表示制御部11を用いてエミュレートを行う(ステップ74)。また、表示処理以外のBIOSに対するファンクションコールであれば、ベースマシン用BIOS14またはベースマシン用周辺装置制御部15を用いてエミュレートを行う(ステップ75)。

【0067】また、OSに対するファンクションコールであれば、該ファンクションコールがターゲットマシン用OSとベースマシン用OS12との差の部分に対するものであるか否かを判定し(ステップ77)、差の部分に対するものでなければベースマシン用OS12に制御を移行し、差の部分に対するものであればベースマシン用OS12またはベースマシン用BIOS14を用いてエミュレートを行って処理を終了する(ステップ78)。ここで、ステップ75およびステップ76からベースマシン用OS12またはベースマシン用BIOS14を呼び出す場合は、例外割り込み解除/復帰部4を経由する。

【0068】次は、ケースBについて説明する。ターゲットマシン用API0がターゲットマシン用ドライバ101に対するファンクションコールとしてS/W割り込み命令を実行しようとする、例外割り込みが発生して制御割り込み受け付け部3が起動され、S/W割り込み命令に対する例外割り込みと判定されてS/W割り込みエミュレータ7が起動される。S/W割り込みエミュレータ7では、該S/W割り込み命令がS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9からのものであるか否かを判定し(ステップ71)、ケースBでは該S/W割り込み命令がS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9からのものではないと判定される。さらにメモリエミュレータ5内のターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52に登録されている処理がS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9か否かを判定する(ステップ72)。ケースBでは該S/W割り込み命令は、ターゲットマシン用ドライバ101に対するファンクションコールとして実行されたものであり、ターゲットマシン用割り込みベクト



ルテーブル52内の対応するエントリにはターゲットマシン用ドライバ101のアドレスが登録されているので、ターゲットマシン用ドライバ101に制御を移行して(ステップ79)、処理を終了する。

【0069】また、ターゲットマシン用ドライバ101の終了後にターゲットマシン用BIOSやターゲットマシン用OSを呼び出す場合(ケースC)は、ケースBでターゲットマシン用ドライバ101の処理が終了すると、初期値としてターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52に登録されているS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9に制御を移行する。S/W割り込みエミュレータ呼び出し部9はS/W割り込み命令を用いて仮想計算機エミュレータ1に制御を移し、制御割り込み受け付け部3からS/W割り込みエミュレータ7を起動する。ここで、S/W割り込みエミュレータ7は、S/W割り込みエミュレート呼び出し部9のS/W割り込み命令によって起動されたものであるかを判定し(ステップ71)、その場合には対応するBIOSエミュレート処理(ステップ74、ステップ75)またはOSエミュレート処理(ステップ76)を呼び出して処理を実行する(ステップ73)。

【0070】次に、ターゲットマシン用AP10からS/W割り込み命令を実行したときの動作を図9、図10、図11、図12を用いて説明する。まず、図9はターゲットマシン用ドライバ101を起動するときの動作を表した図である。ここで、200、201は動作の流れを表す。ドライバをメモリ上に読み込む際には、ドライバの処理が終了したときに該ドライバが起動される前に実行されていたBIOS等に制御を戻すことができるように、割り込みベクトルテーブルに登録されているBIOS等のアドレスをドライバ内に保管してから、割り込みベクトルテーブルにドライバの処理開始アドレスを登録する。これにより、APからS/W割り込み命令が発行された場合、まずドライバが呼び出され、次に元々、割り込みベクトルテーブルに登録されていたBIOS等が呼び出されるようになる。

【0071】より具体的に説明すると、ターゲットマシン用ドライバ101を割り込み番号XXhで登録するために、ターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52の割り込み番号XXhの飛び先アドレスに元々登録されているアドレスをターゲットマシン用ドライバ101内に保管し(200)、ターゲットマシン用ドライバ101の処理開始アドレスをターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52の割り込み番号XXhの飛び先アドレスに登録する(201)。ここで、ターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52には、BIOS及びOSの割り込み番号にS/W割り込みエミュレート呼び出し部9のアドレスが登録されており、それ以外には割り込み終了処理のアドレスが登録されている(図6の

(B))。なお、ターゲットマシン用ドライバ101が

らターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52へのメモリアクセスはメモリエミュレータ5で実現する。

【0072】図10はケースAに相当し、ターゲットマシン用AP10からターゲットマシン用BIOSを呼び出すときの動作を表した図である。なお、ターゲットマシン用OSの場合でもS/W割り込みエミュレータ7内で制御を移行するエミュレート処理が異なるだけで動作は同じである。ここで、202~205は動作の流れを表す。ターゲットマシン用AP10がS/W割り込み命令で割り込み番号XXhを実行しようとする(202)、例外割り込みが発生して仮想計算機エミュレータ1に制御が移行する(203)。仮想計算機エミュレータ1では制御割り込み受け付け部3からS/W割り込みエミュレータ7に制御が移行し(204)、表示処理以外のBIOSのエミュレートを行う。表示処理以外の処理に係るBIOSのエミュレート処理が終了すると、ターゲットマシン用AP10のS/W割り込み命令の次の命令に戻り(205)、エミュレートを完了する。

【0073】図11はケースBに相当し、ターゲットマシン用AP10からターゲットマシン用ドライバ101を呼び出したときの動作を表した図である。図11ではターゲットマシン用ドライバ101はBIOSやOSが登録されていない空きの割り込み番号に登録されたものとする。ここで、206~211は動作の流れを表す。ターゲットマシン用AP10がS/W割り込み命令で割り込み番号XXhを実行しようとする(206)、例外割り込みが発生して仮想計算機エミュレータ1に制御が移行する(207)。仮想計算機エミュレータ1では制御割り込み受け付け部3からS/W割り込みエミュレータ7に制御が移行し(208)、S/W割り込みエミュレータ7内のターゲットマシン用ドライバ呼び出し79からターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52に登録されているターゲットマシン用ドライバ101に制御が移行する(209)。ターゲットマシン用ドライバ101の処理が終了すると、予め保管してあったターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52に元々登録されていたアドレスを用いて割り込み終了処理に制御を移行する(210)。そして、割り込みが終了すると、ターゲットマシン用AP10のS/W割り込み命令の次の命令に戻り(211)、エミュレートを完了する。

【0074】図12はケースCに相当し、ターゲットマシン用AP10からターゲットマシン用ドライバ101を呼び出したときの動作を表したもので、ターゲットマシン用ドライバ101は処理終了後にターゲットマシン用の表示処理以外の処理に係るBIOSを呼び出すものである。なお、ターゲットマシン用の表示処理に係るBIOSの場合やターゲットマシン用OSの場合でも、S/W割り込みエミュレータ7内で制御を移行するエミュレート処理が異なるだけで動作は同じである。ここで、

212～221は動作の流れを表す。ターゲットマシン用AP10がS/W割り込み命令で割り込み番号XXhを実行しようとする(212)、例外割り込みが発生して仮想計算機エミュレータ1に制御が移行する(213)。仮想計算機エミュレータ1では制御割り込み受け付け部3からS/W割り込みエミュレータ7に制御が移行し(214)、S/W割り込みエミュレータ7内のターゲットマシン用ドライバ呼び出し79からターゲットマシン用ドライバ101に制御が移行する(215)。

【0075】ターゲットマシン用ドライバ101の処理が終了すると、予め保管してあったターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52に元々登録されていたアドレスを用いてS/W割り込みエミュレート呼び出し部9に制御を移行する(216)。S/W割り込みエミュレート呼び出し部9はS/W割り込みエミュレータ7に制御を移行するため、割り込み番号YYhのS/W割り込み命令を実行しようとし(217)、例外割り込みが発生して仮想計算機エミュレータ1に制御が移行する

(218)。仮想計算機エミュレータ1では制御割り込み受け付け部3からS/W割り込みエミュレータ7に制御が移行し(219)、S/W割り込みエミュレータ7において表示処理以外の処理に係るBIOSのエミュレートを行う(ステップ75)。その後、S/W割り込みエミュレータ呼び出し部9のS/W割り込み命令の次の命令に戻って(220)、割り込み終了処理を行い、ターゲットマシン用AP10のS/W割り込み命令の次の命令に戻り(221)、エミュレートを完了する。

【0076】図13はH/W割り込みエミュレータ8の動作を表した流れ図である。ベースマシン用周辺装置制御部15から割り込みが発生すると、制御割り込み受け付け部3が起動され、周辺装置制御部からのH/W割り込みと判定されてH/W割り込みエミュレータ8が起動される。ここで、H/W割り込みエミュレータ8においては、まずベースマシン用割り込みベクトルテーブル16に登録されているベースマシン用ドライバ13またはベースマシン用BIOS14を呼び出し(ステップ81)、その後ターゲットマシン用の割り込み番号に変換して(ステップ82)、その割り込み番号がターゲットマシン用AP10からマスクされているか否かを割り込みマスクテーブル84で判定する(ステップ83)。ここで、割り込みがマスクされている場合は割り込みを終了し(ステップ85)、割り込みがマスクされていなければターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52に登録されているターゲットマシン用AP10の割り込みルーチン102を起動する。

【0077】本実施形態では、以上の説明のように初期化部により設定されたCPUの保護機能により、ターゲットマシン用APの実行するI/O命令、メモリアクセス命令およびS/W割り込み命令から発生する割り込みを例外割り込みとして検出するとともに、さらにベース

マシン用周辺装置制御部から発生する割り込みを検出している。

【0078】メモリエミュレータは、S/W割り込みエミュレータで使用するベースマシン用OSやベースマシン用BIOSを正常に動作させるために、ベースマシン用割り込みベクトルテーブルやベースマシン用BIOSデータ領域を使用せずに、別にターゲットマシン用割り込みベクトルテーブルとターゲットマシン用BIOSデータ領域を用意し、これらの領域に対するターゲットマシン用APからのメモリアクセス命令をエミュレートしている。これによって、ベースマシンにおけるOSの動作環境を維持してベースマシン用OS及びベースマシン用BIOSを動作可能にしておき、また、ベースマシン用ドライバも動作可能にすることができるため、ターゲットマシン用APからベースマシン用の拡張周辺機器を使用することが可能となる。

【0079】S/W割り込みエミュレータは、ターゲットマシン用OSやターゲットマシン用BIOSに対するS/W割り込み命令によるファンクションコールがターゲットマシン用APから実行される時に、例外割り込みによって仮想計算機エミュレータの制御割り込み受け付け部を経由して動作し、ベースマシン用OSやベースマシン用BIOS、及びベースマシン用周辺装置制御部やターゲットマシン用表示制御部を用いてS/W割り込みのエミュレートを行っている。ここで、ベースマシン用OSとターゲットマシン用OSとで同等の機能の場合、及びOSやBIOSのエミュレータでベースマシン用OSやベースマシン用BIOSを利用可能な場合には、ベースマシン用OS及びベースマシン用BIOSに制御を移行して実行する。このとき、例外割り込み解除/復帰部はベースマシン用OS内やベースマシン用ドライバ内やベースマシン用BIOS内で実行する、I/O命令やメモリアクセス命令やS/W割り込み命令で例外割り込みが発生して仮想計算機エミュレータに制御が移行するのを防いでいる。これによって、ベースマシン用OSやベースマシン用BIOSやベースマシン用ドライバを利用して行うエミュレートを高速化している。

【0080】H/W割り込みエミュレータは、ベースマシン用周辺装置制御部から発生する割り込みを受け、ベースマシン用ドライバ、またはベースマシン用BIOSに例外割り込み解除/復帰部を介して通知した後、ターゲットマシンの割り込みレベルに変換してターゲットマシン用APの割り込みルーチンに通知している。これによって、ターゲットマシン用APは周辺装置制御部から発生する割り込みを認識することができ、レベル4のAPが実行可能となる。

【0081】以上により、本発明の第1の実施の形態の動作が完了する。

【0082】次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0083】図1を参照すると、本発明の第2の実施の形態は、第1の実施の形態に加えて、ベースマシン100に上述した処理を実行させるためのプログラムを記録する記録媒体103を備える。

【0084】該プログラムは、記録媒体103からベースマシン100に読み込まれ、該ベースマシン100における仮想計算機エミュレータ1の動作を制御する。仮想計算機エミュレータ1は、該プログラムの制御により、第1の実施の形態における仮想計算機エミュレータ1による処理、すなわち初期化部2、制御割り込み受け付け部3、例外割り込み解除／復帰部4、メモリエミュレータ5、I/Oエミュレータ6、S/W割り込みエミュレータ7、H/W割り込みエミュレータ8、およびS/W割り込みエミュレータ呼び出し部9と同一の処理を実行する。

【0085】以上により、第2の実施の形態の処理が完了する。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ベースマシン用のOS、ベースマシン用のBIOSおよびベースマシン用のドライバを用いて、ベースマシン上でターゲットマシンを効率良くエミュレートすることができる効果を有している。

【0087】また、ベースマシン上でベースマシン用の拡張周辺機器を使用するターゲットマシン用のAPを実行することができる効果を有している。

【0088】さらに、ベースマシン上でレベル4のターゲットマシン用のAPを実行することができる効果を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1および第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1および第2の実施の形態における初期化部2の処理を示す流れ図である。

【図3】本発明の第1および第2の実施の形態において、初期化部2が完了し、ターゲットマシン用API0をメモリ上に読み込んだ状態でのメモリの内容を示すメモリマップである。

【図4】本発明の第1および第2の実施の形態における制御割り込み受け付け部3の処理を示す流れ図である。

【図5】本発明の第1および第2の実施の形態における例外割り込み解除／復帰部4の処理を示す流れ図である。

【図6】本発明の第1および第2の実施の形態における

メモリエミュレータ5の処理とターゲットマシン用割り込みベクトルテーブル52の初期設定状態を示す図である。

【図7】本発明の第1および第2の実施の形態におけるI/Oエミュレータ6の処理を示す流れ図である。

【図8】本発明の第1および第2の実施の形態におけるS/W割り込みエミュレータ7の処理を示す流れ図である。

【図9】本発明の第1および第2の実施の形態におけるターゲットマシン用ドライバ101の起動処理を示す図である。

【図10】本発明の第1および第2の実施の形態におけるターゲットマシン用BIOSを呼び出す処理を示す図である。

【図11】本発明の第1および第2の実施の形態におけるターゲットマシン用ドライバ101を呼び出す処理を示す図である。

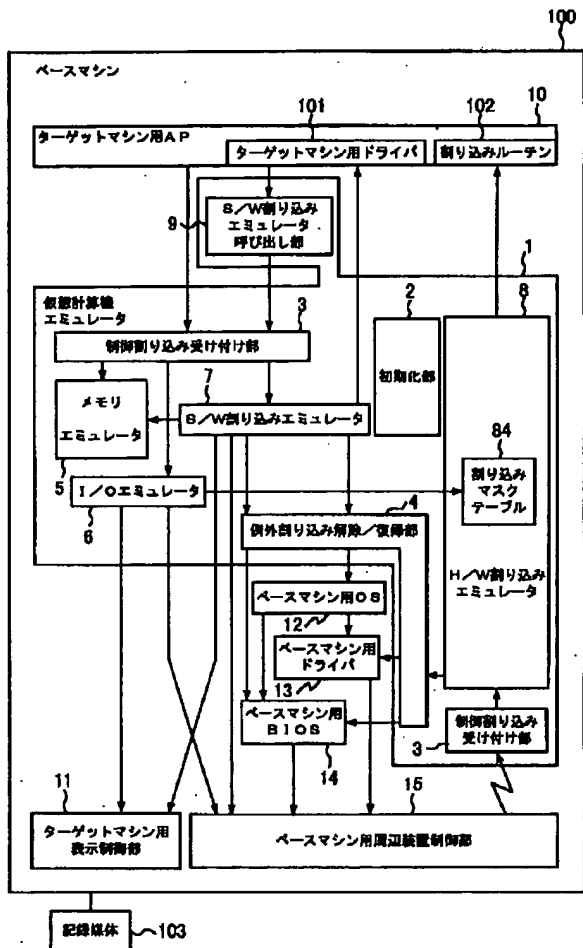
【図12】本発明の第1および第2の実施の形態におけるターゲットマシン用ドライバ101を呼び出す処理を示す図である。

【図13】本発明の第1および第2の実施の形態におけるH/W割り込みエミュレート8の処理を示す流れ図である。

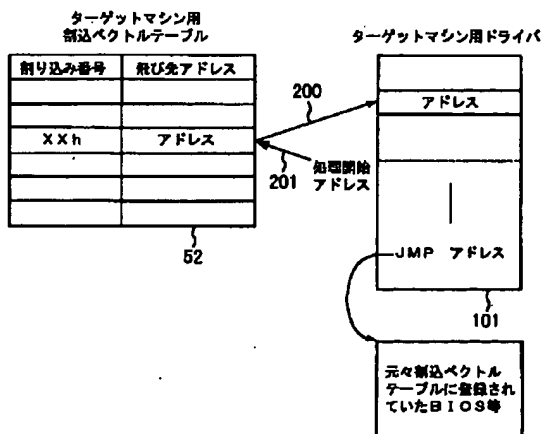
【符号の説明】

- 1 仮想計算機エミュレータ
- 2 初期化部
- 3 制御割り込み受け付け部
- 4 例外割り込み解除／復帰部
- 5 メモリエミュレータ
- 6 I/Oエミュレータ
- 7 S/W割り込みエミュレータ
- 8 H/W割り込みエミュレータ
- 9 S/W割り込みエミュレータ呼び出し部
- 10 ターゲットマシン用AP
- 11 ターゲットマシン用表示制御部
- 12 ベースマシン用OS
- 13 ベースマシン用ドライバ
- 14 ベースマシン用BIOS
- 15 ベースマシン用周辺装置制御部
- 100 ベースマシン
- 101 ターゲットマシン用ドライバ
- 102 割り込みルーチン
- 103 記録媒体

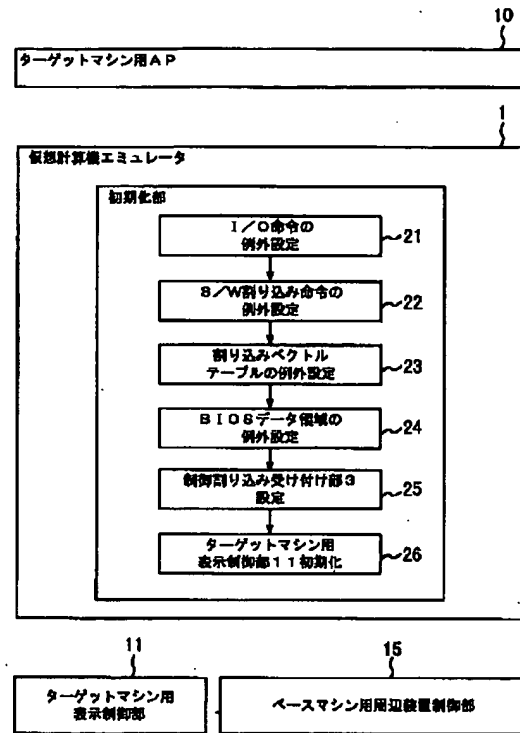
【図1】



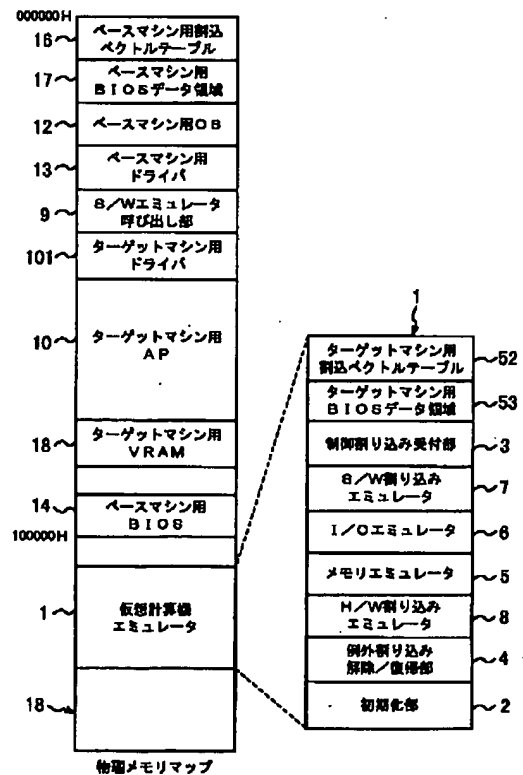
【図9】



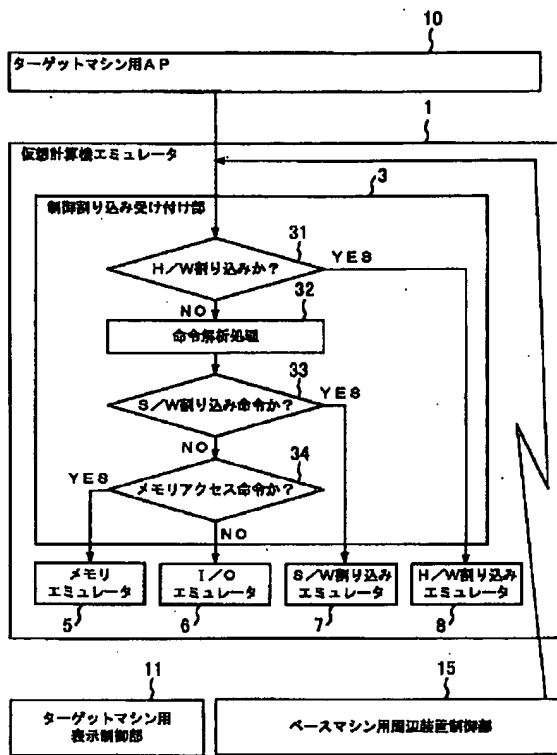
【図2】



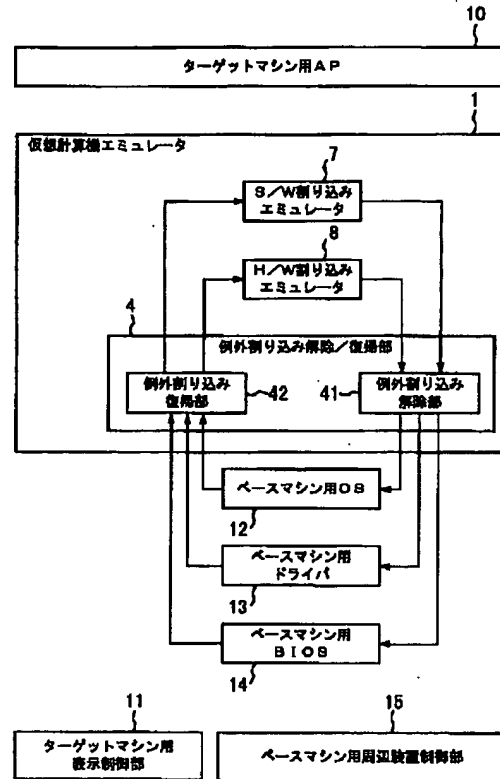
【図3】



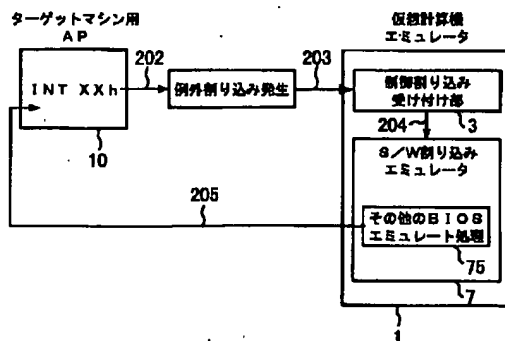
【図4】



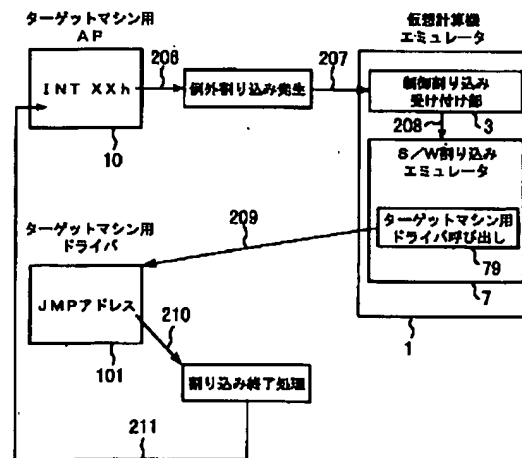
【図5】



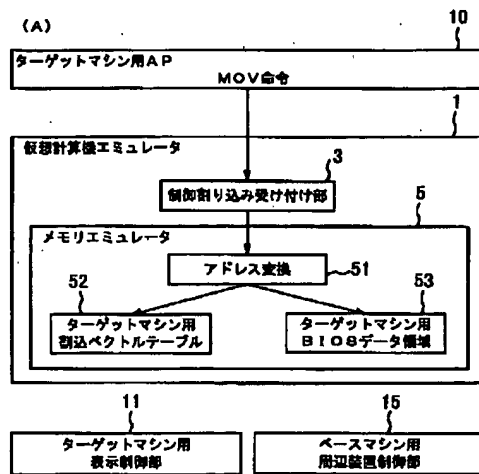
【図10】



【図11】



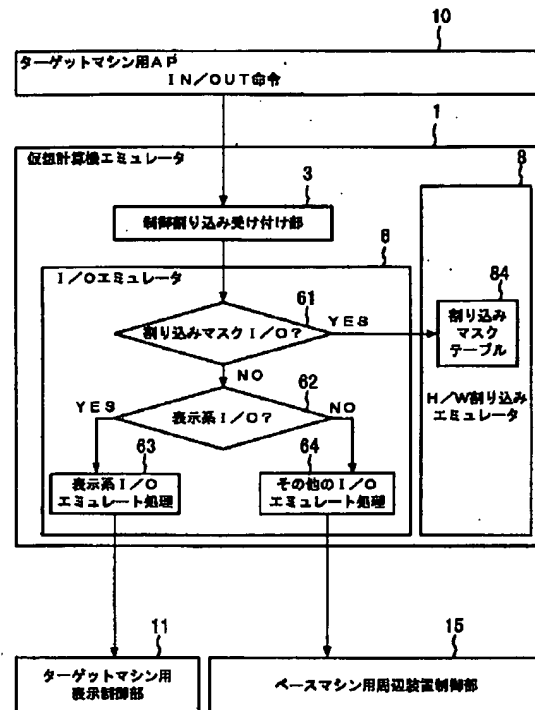
【図6】



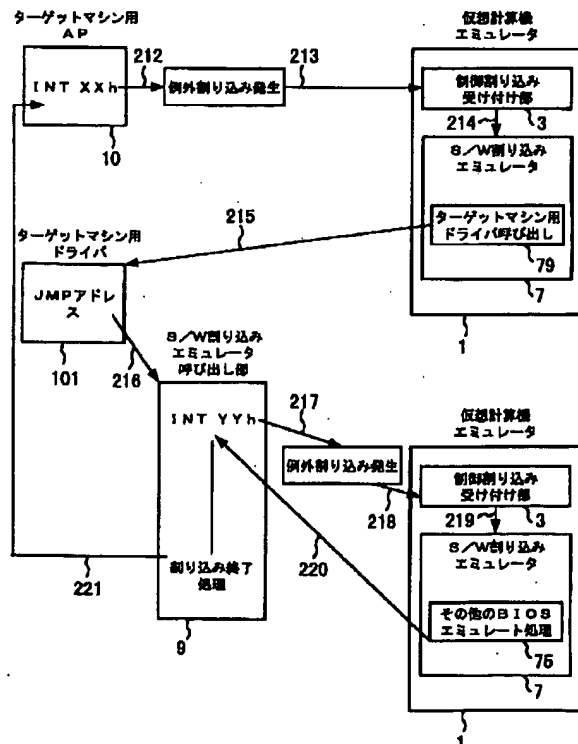
(B)

割り込み番号	飛び先アドレス	
00h	割り込み終了処理のアドレス	BIOSやOS以外の割り込みベクトル
01h	割り込み終了処理のアドレス	
10h	S/W割り込みエミュレータ呼び出しのアドレス	BIOSの割り込みベクトル
11h	S/W割り込みエミュレータ呼び出しのアドレス	
21h	S/W割り込みエミュレータ呼び出しのアドレス	OSの割り込みベクトル

【図7】



【図12】



【图 13】

